

Untersuchungen zur Körperschallübertragung einer Vorwandinstallation aus Gipsplatten

Steffi Reinhold, Jochen Scheck, Heinz-Martin Fischer

Hochschule für Technik Stuttgart, 70174 Stuttgart, E-Mail: steffi.reinhold@hft-stuttgart.de

Einleitung

Die Geräusche von Sanitäreinrichtungen in Gebäuden zählen zu den am meisten störenden Lärmeinwirkungen. Üblich sind heutzutage Vorwandinstallationen, an denen die Sanitärkomponenten (Waschbecken, Badewanne, WC) angebracht werden. Über die Befestigungspunkte der Vorwand mit Wänden und Decken erfolgt beim Betrieb der Sanitärkomponenten eine Körperschallübertragung, -weiterleitung und -abstrahlung im Gebäude. Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurden am Empfangsplattenprüfstand und im gebäudeähnlichen Kombinationsprüfstand der HFT Stuttgart Untersuchungen durchgeführt. Das Ziel ist die Körperschallquellen-Charakterisierung der Vorwandinstallation gemäß EN 15657-1 [1] und damit die Gewinnung von Eingangsdaten für das Prognosemodell EN 12354-5 [2]. Durch den Betrieb jeweils einer Sanitärkomponente ergeben sich unterschiedliche „Betriebszustände“ mit stationärer (Waschbecken, Badewanne) und instationärer (WC) Anregung.

Vorwandinstallation als Körperschall-Quelle

Die Vorwandinstallation am Empfangsplattenprüfstand zeigt Abb. 1. Die wesentlichen Bestandteile sind das Tragsystem aus Metallständerprofilen, die Montageelemente (Zu- und Abwasserleitungen, Sanitärkomponenten) und die Beplankung mit Gipskartonplatten. Beim Betrieb der Sanitärkomponenten erfolgt die Körperschallübertragung über Punkt- und Linienkontakte in alle 3 Empfangsplatten gleichzeitig.

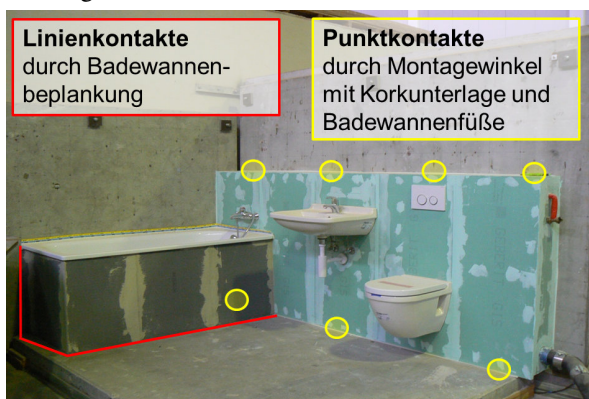


Abb. 1: Vorwandinstallation am Empfangsplattenprüfstand.

Die Übertragungswege dieser mehrdimensionalen Quelle sind in Abb. 2 am Beispiel des Waschbeckenbetriebes skizziert. Beim Öffnen des Wasserhahnes wird über die Armatur und das aufprallende Wasser Körperschall in die Vorwand eingeleitet. Diese regt gleichzeitig Wände und Decken an.

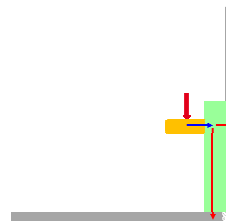


Abb. 2: Übertragungswege beim Betrieb des Waschbeckens.

Empfangsplattenmethode

Die Empfangsplattenmethode nach EN 15657-1 [1] ermöglicht eine praktikable Charakterisierung von Körperschallquellen mit beliebig vielen Kontaktpunkten und -geometrien. Die Körperschalleistung in eine Empfangsplatte wird nach (1) bestimmt:

$$P = \omega \cdot m \cdot \bar{v}^2 \cdot \eta \quad (1)$$

Damit die Übertragungsrichtungen unabhängig voneinander betrachtet werden können, sind die 3 Empfangsplatten vollständig voneinander getrennt (Abb. 2). Die Vorwand führt zu einer Kopplung der Empfangsplatten, die jedoch so schwach ist, dass sie vernachlässigt werden kann. Dies wurde mittels Shaker-Anregung und direkter Leistungsmessung sowie Vergleich mit der Leistung nach (1) für jede der drei Platten nachgewiesen. Um eine von der Empfangsplatte unabhängige Quellen-Charakterisierung zu erhalten, erfolgt eine Normierung auf die Admittanz der Empfangsplatte nach (2). Die so bestimmte charakteristische Körperschalleistung wird nach (3) in die installierte Leistung für eine Bausituation umgerechnet.

$$P_{char.} = P \cdot \frac{Y_{c, \text{Empfangsplatte}}}{\text{Re}\{Y_{\text{Kontakte}}\}} \quad (2) \quad P_{installiert} = P_{char.} \cdot \frac{Y_{c, \text{Bauteil}}}{Y_{c, \text{Empfangsplatte}}} \quad (3)$$

Betrieb Waschbecken ohne / mit Vorwand

Der Einfluss der Vorwand auf die Körperschallübertragung des Waschbeckens wurde durch den Vergleich mit der direkten Anbringung an der vertikalen Empfangsplatte untersucht. In beiden Fällen wurde ein „Schallschutz-Set“ des Waschbecken-Herstellers verwendet. Um reproduzierbare Bedingungen zu schaffen wurde der Fließdruck über einen Armaturenprüfstand auf 3 bar eingestellt. Abb. 3 zeigt den Vergleich der übertragenen Körperschalleistung. Im Frequenzbereich unter 125 Hz bewirkt die Vorwand eine Erhöhung, im Frequenzbereich oberhalb 300 Hz eine starke Minderung der Körperschallübertragung um bis zu 10 dB gegenüber dem direkten Anschluss an die Empfangsplatte. Durch die Vorwand verschwinden die markanten Spitzen im Frequenzverlauf.

Brausebetrieb der Badewanne

Abb. 4 zeigt die Körperschalleistung beim Brausebetrieb der Badewanne in jede der drei Empfangsplatten. Der Eintrag in die horizontale Platte ist um ca. 20 dB höher als in die

beiden vertikalen Platten. Dies ist dadurch zu begründen, dass die Anregung der Badewanne durch das aufprallende Wasser senkrecht zur horizontalen Platte erfolgt und gleichgerichtete Kraftkomponenten an den Kontaktpunkten erzeugt. Beim Betrieb der Armatur (Wasserhahn vollständig geöffnet) ist der Eintrag in die horizontale Platte nur um ca. 5 dB bis 10 dB höher als in die vertikale Platte. Dies resultiert vermutlich daraus, dass die Anregung der Vorwand durch die Armatur ebenfalls eine Rolle spielt.

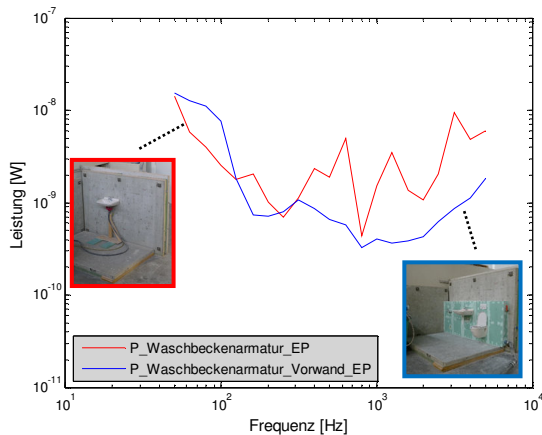


Abb. 3: Einfluss der Vorwand auf die Körperschallübertragung des Waschbeckens.

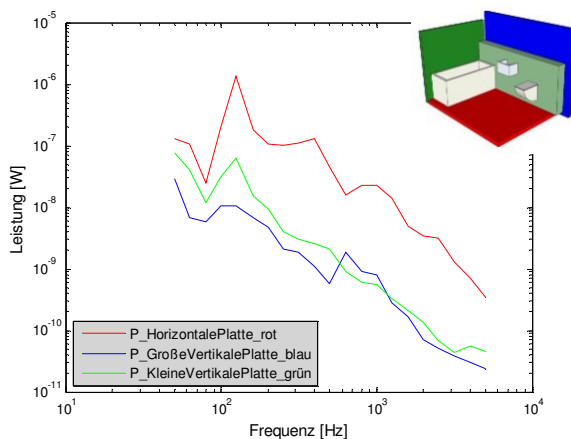


Abb. 4: Körperschallleistung in 3 Empfangsplatten beim Betrieb der Badewannenbrause.

Vergleich Sanitärkomponenten

Auch beim Betrieb des Waschbeckens wurde festgestellt, dass die maximale Körperschallübertragung in die horizontale Platte erfolgt. Aus dem Vergleich aller untersuchten stationären Betriebszustände geht hervor, dass die Badewanne im Brausebetrieb die bei weitem stärkste Körperschallübertragung bewirkt. Erste Untersuchungen mit dem WC deuten darauf hin, dass dieses eine ähnlich starke Körperschallübertragung bewirkt. Messungen im Kombinationsprüfstand deuten ebenfalls darauf hin, dass die Badewanne im Brausebetrieb und das WC die problematischsten Sanitärkomponenten sind.

Prognose der Übertragung im Gebäude

Ausgehend von der installierten Leistung nach (3) wird die Übertragung im Gebäude nach EN 12354-5 [2] berechnet. Die Prognose erfolgt für jeden Übertragungsweg separat und wird zur Gesamtübertragung energetisch aufsummiert. Das Vorgehen ist in Abb. 5 am Beispiel des gebäudeähnlichen

Kombinationsprüfstandes für die diagonale Übertragung skizziert, in dem derselbe Aufbau der Vorwandinstallation wie am Empfangsplattenprüfstand realisiert wurde.

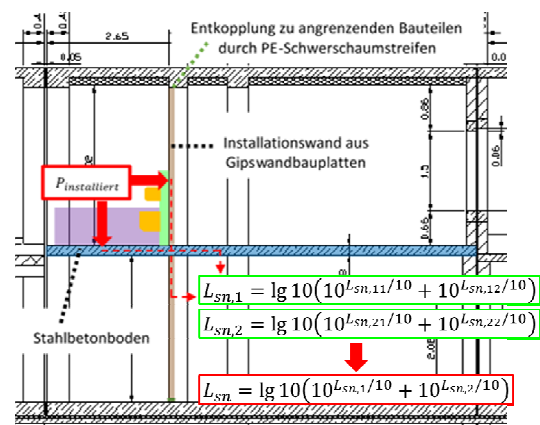


Abb. 5: Gebäudeähnlicher Kombinationsprüfstand.

In Abb. 6 ist für den Betrieb der Badewannenbrause die prognostizierte Leistung in den Boden mit der in-situ Messung verglichen. Letztere erfolgte anhand der Leistungskalibrierungsmethode [3].

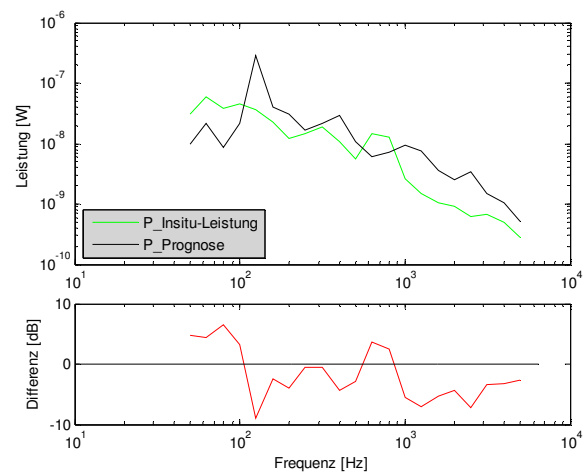


Abb. 6: Vergleich Leistungskalibrierungsmethode und Prognose.

Zusammenfassung

Die Empfangsplattenmethode ist ein praktikables Verfahren zur Charakterisierung von Vorwandinstallationen. Die Einträge in die jeweiligen Empfangsplatten können unabhängig voneinander gemessen und für die Prognose der Körperschallausbreitung in Gebäuden verwendet werden.

Literatur

- [1] EN 15576-1:2009 Akustische Eigenschaften von Bauteilen und von Gebäuden – Messung des Luft- und Körperschalls von haustechnischen Anlagen im Prüfstand – Teil 1: Vereinfachte Fälle, in denen Admittanzen der Anlagen wesentlich höher sind als die der Empfänger am Beispiel von Whirlwannen.
- [2] EN 12354-1:2009 Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften - Teil 5: Installationsgeräusche.
- [3] Scheck, J.: Characterisation of lightweight stairs as structure-borne sound sources, PhD Thesis of the University of Liverpool, 2011.